

⑤

Int. Cl. 2:

G 02 B 5-22

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G 01 J 1-04

G 03 B 7-08

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 57 572 A1

⑪

Offenlegungsschrift 24 57 572

⑰

Aktenzeichen:

P-24 57 572.2

⑳

Anmeldetag:

5. 12. 74

㉔

Offenlegungstag:

12. 6. 75

③①

Unionspriorität:

③② ③③ ③①

6. 12. 73 USA 422599

⑤④

Bezeichnung:

Optisches Filterelement

⑦①

Anmelder:

Polaroid Corp., Cambridge, Mass. (V.St.A.)

⑦④

Vertreter:

Splanemann, R., Dipl.-Ing.; Reitzner, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Richter, J., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München u. 2000 Hamburg

⑦②

Erfinder:

Manning, Monis Joseph, Lexington, Mass. (V.St.A.)

DT 24 57 572 A1

photographischen Belichtungsmessern, Densitometern, Colorimetern, Radiometern und dergl. in Verbindung mit der Photozelle gewöhnlich spektrale Korrekturfilter aus Glas verwendet.

Es ist also üblich, ein Filterelement aus Glas oder eine Kombination dieser Elemente im Strahlengang vor der Photozelle anzuordnen, um die spektrale Empfindlichkeit der Photozelle zu "korrigieren". Unter dem Begriff "korrigieren" oder "Korrektur", wie er in der Beschreibung und in den Ansprüchen verwendet wird, soll eine Veränderung der spektralen Zusammensetzung der auf eine Photozelle auftreffenden Strahlungsenergie verstanden werden, so daß Übereinstimmung mit einem bestimmten Standard oder Bezugssystem, z.B. der Empfindlichkeit des Auges oder eines photographischen Films, erzielt wird. Eine ausführliche Erörterung von bekannten Glasfiltern zur Korrektur der spektralen Empfindlichkeit einer Photozelle findet sich beispielsweise in J.Sci.Instrum., Vol. 27, Seiten 131-129 (1950) und Lange, B. Photoelements, Reinhold Publishing Corp., New York (1938).

Glasfilter hatten bisher die Form von diskreten Elementen, mit einer Schicht oder mit Schichten aus Glas, die in der gewünschten Größe und Form geschnitten und an der Grenzfläche zwischen Luft und Glas vorzugsweise poliert waren, um den optischen Wirkungsgrad möglichst hoch zu machen. Da Glas im Vergleich zu anderen Werkstoffen, wie Polymeren, verhältnismäßig schwierig zu verarbeiten ist, sind die Herstellungsverfahren für Filterelemente aus Glas ziemlich aufwendig, insbesondere im Hinblick auf das Schneiden, Formen und die Endbearbeitung des Elements. Wenn diese

Elemente sehr klein sind, treten weitere Schwierigkeiten bei der Handhabung, Anbringung, Justierung usw. auf. Die Unmöglichkeit, qualitativ minderwertige Schmelzen durch Vermischen mit qualitativ hochwertigeren Schmelzen auszunutzen, wie es bei Glas in Pulverform oder bei polymeren Substanzen möglich ist, ist ein weiterer schwerwiegender Nachteil bei der bisherigen Verwendung von Filterglas in Form von Platten oder dünnen Scheiben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Filterelement zur Verfügung zu stellen, das die gewünschten optischen Filtereigenschaften eines Glasfilters und die Vielseitigkeit und leichte Handhabbarkeit eines polymeren Materials hat; weiterhin sollen die vorstehend genannten Nachteile der bekannten, ganz aus Glas hergestellten Filter beseitigt werden.

Es wurde gefunden, daß ein optisches Filterelement aus Kunststoff, in welchem Filterglas in Teilchenform verteilt ist, eine Abschwächung der durchfallenden Strahlungsenergie bewirkt, d.h. eine optische Filterwirkung ergibt, die der eines kompakten Glasfilters vergleichbar ist. Nach einer typischen Herstellungsweise der Filterelemente gemäß der Erfindung kann das Glas-Filtermaterial zunächst zu Teilchen gemahlen werden, die beispielsweise einen Durchmesser von etwa 1 bis 10 Mikron haben, worauf diese Teilchen gleichmäßig in einem verträglichen Kunststoff, z.B. einem Epoxydharz mit praktisch dem gleichen Brechungsindex wie das Filterglas in der gewünschten Menge, vorzugsweise in einer Menge von etwa 30 bis 60 Gew.-%, verteilt werden, um einen mit Glas gefüllten Kunststoff-Verbundgegenstand zu erhalten, aus dem ein Filterelement

mit einer geeigneten Größe und Form geformt werden kann.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das Filterelement zum Korrigieren der spektralen Empfindlichkeit einer Photozelle verwendet. Vorzugsweise kann die Photozelle in dem vorstehend erwähnten, mit Glas gefüllten Harz eingebettet sein, um eine einheitliche Kombination aus Photozelle und Filter zu schaffen, die leicht gehandhabt und leicht in einen Photometer-Stromkreis eingebaut werden kann, z.B. in die automatische Belichtungskontrollvorrichtung einer photographischen Kamera. Die Herstellung derartiger Photometervorrichtungen unter Verwendung von Photozellen wird dadurch stark vereinfacht, da die Photozelle und das erforderliche KorrekturfILTER gleichzeitig in einer Stufe eingebaut werden können, ohne daß mehrere kleine Bauteile verarbeitet und justiert werden müssen. Weiterhin werden die mit den bisherigen Filterelementen verbundenen optischen Schwierigkeiten ausgeschaltet, z.B. Grenzflächen- und Mehrschichtenprobleme, sowie die Notwendigkeit, die Filteroberflächen zu polieren.

Die Erfindung betrifft also einmal ein polymeres Filterelement, welches die erwünschten spektralen Absorptionseigenschaften von Filterglas besitzt, nicht aber die physikalischen Nachteile der bekannten Glasfilter.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine photometrische Vorrichtung, bei der die spektrale Empfindlichkeit einer Photozelle durch ein Filterelement aus Kunststoff korrigiert ist, in welchem Filterglas in teilchenförmiger Verteilung enthalten ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein spektral korrigiertes Photozellensystem mit einer Photozelle, die in einem Kunststoff eingebettet ist, der eine teilchenförmige Verteilung von Filterglas in einer Menge enthält, die ausreicht, um die auf die Photozelle auftreffende Strahlungsenergie zu schwächen.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Korrigieren der spektralen Empfindlichkeit einer Photozelle, wobei ein Filterelement aus Kunststoff, in welchem Teilchen eines geeigneten Filterglases verteilt sind, im Strahlengang vor der Photozelle angeordnet werden.

Weitere Gegenstände und Ziele der Erfindung sind teilweise ohne weiteres ersichtlich, teilweise ergeben sie sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung ist durch die beigefügte Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine graphische Darstellung der typischen Empfindlichkeitskurven einer Silicium-Photodiode und eines photographischen Farbfilms, die Transmissionskurve eines bevorzugten Filterglases und die "korrigierte" Empfindlichkeitskurve der Silicium-Photodiode, wenn diese in einem Epoxydharz eingebettet ist, in welchem die Teilchen des Filterglases erfindungsgemäß gleichmäßig verteilt sind;

Fig. 2 einen senkrechten Schnitt durch eine erfindungsgemäß hergestellte, eingebettete Photozelle.

Die Erfindung ist allgemein anwendbar auf eine Vielzahl von Verfahren und Produkte, bei denen zur Zeit noch Glasfilterelemente zur Abschwächung der Strahlungsenergie verwendet werden. Die Filterelemente gemäß der Erfindung können nach an sich bekannten Arbeitsweisen leicht hergestellt werden.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß eine erfolgreiche Ausführung der Erfindung zum großen Teil von der Anwendung von Prinzipien, die bei der Herstellung von Filterelementen üblich sind, abhängt, um zu gewährleisten, daß die Glas- und Kunststoffelemente physikalisch, optisch und chemisch aufeinander abgestimmt sind, um die gewünschten Filterergebnisse zu liefern. Beispielsweise soll die Strahlungsenergie möglichst ungehindert durch das Filterelement hindurchgehen, um Energieverluste durch Lichtstreuung, innere Reflexion usw. möglichst zu vermeiden. Erfindungsgemäß zieht man es deshalb vor, daß der Kunststoff und das darin verteilte Filterglas praktisch den gleichen Brechungsindex haben. Da sich der Brechungsindex mit der Wellenlänge ändert, soll eine Standard- oder Bezugswellenlänge angegeben werden, bei der die Brechungsindizes übereinstimmen, z.B. die Wellenlänge, die der Natrium-Dublettlinie ($n_D^{25^\circ C}$) oder dem Wert 5890 - 5896 Å entspricht.

Auch die Art und Weise, in der das Filterglas physikalisch verarbeitet und im Kunststoff verteilt wird, ist eine wichtige Überlegung, um einen ungehinderten Strahlengang durch das Filterelement zu erzielen. Es sollen entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um ein Medium mit unterschiedlichem Brechungsindex an der Grenzfläche zwischen Glas und Harz während des Mahlens und während der Verteilung einzuführen. Auf diese Weise würde

nämlich die Anpassung der Brechungsindices zwischen Glas und Kunstharz beeinträchtigt werden, und man würde eine wesentliche Verschlechterung der Lichtdurchlässigkeit durch das Filterelement erhalten. Beispielsweise würde ein mit Luft gefüllter Hohlraum zwischen der Oberfläche eines Glasteilchens und dem umgebenden Harz infolge des niedrigeren Brechungsindex von Luft (bezogen auf das Harz) zu einer Ablenkung des Lichts vom Glasteilchen führen, d.h. das Licht würde nicht hindurchgehen, wie es zur Erzielung des gewünschten Filtereffekts notwendig wäre. Luftblasen im Harz können weiterhin die Festigkeit des Harzkörpers stark erniedrigen. Es ist daher empfehlenswert, das System zu entgasen, beispielsweise indem man das flüssige Harz, die flüssigen Zusätze, das Glas-Harz-Gemisch usw., während des Verteilungsvorganges einem Vakuum aussetzt, um das Einschleppen von Luft zu verhindern. Da die Anwesenheit von Flüssigkeiten, wie Wasser, um die Teilchen ebenfalls zu einer Streuung des Lichts im Filterelement führen würde, so soll das Filterglas unter praktisch feuchtigkeitsfreien Bedingungen gemahlen und dispergiert werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform werden die Glasteilchen bei der Herstellung des Filterelements mit einem Silikon oder "Silanisierungsmittel" behandelt. Diese Organo-Siliciumverbindungen können durch die Formel $R-Z-Si-R'_3$ dargestellt werden, worin R eine funktionelle Gruppe darstellt, die mit dem Kunststoff reagieren kann, z.B. eine Epoxy-, Vinyl- oder Aminogruppe; Z ist eine niedere Alkylengruppe und R' ist eine organische Gruppe, die mit dem Glas reagieren kann, z.B. ein Ätherrest. Durch eine an der Oberfläche der Glasteilchen stattfindende Reaktion, bei der Hydroxylgruppen durch organische Reste

ersetzt werden, die mit dem Kunststoff chemisch reaktionsfähig sind, wird mit Hilfe dieser Verbindungen nicht nur das Wasser von der Glasoberfläche entfernt, sondern es wird auch der Kunststoff mit dem Glas verbunden, wodurch ein ungehinderter Strahlengang von dem einen zum anderen Medium erzeugt wird. Die Behandlung des Glases mit dem Silanisierungsmittel kann auf verschiedenen Stufen des Verfahrens erfolgen, beispielsweise während des Mahlens des Glases, nach dem Mahlen des Glases, jedoch vor seiner Verteilung im Harz, oder das Silanisierungsmittel kann dem Harz selbst oder den zugesetzten Lösungsbestandteilen, z.B. dem Härtungsmittel, zugesetzt werden. Die Menge des Silanisierungsmittels ist unterschiedlich und entspricht vorzugsweise der Menge, die für eine monomolekulare Bedeckung der Glasoberfläche notwendig ist. Im allgemeinen werden hiervon etwa 0,2 bis etwa 0,5 %, bezogen auf das Gewicht des Glases, verwendet, obwohl auch größere oder kleinere Mengen möglich sind.

Das Filterglas kann nach üblichen, geeigneten Verfahren gemahlen werden, beispielsweise in einer Kugelmühle. Bei derartigen Mahlverfahren kann es allerdings vorkommen, daß Verunreinigungen aus den Kugeln in das Glaspulver gelangen können, durch die das Licht im Filterelement gestreut werden kann. Es werden daher sauberere Mahlverfahren, z.B. mit Luftstrahlen, (air jet milling) bevorzugt. Das Glas wird vorzugsweise auf eine sehr kleine Teilchengröße, z.B. im Bereich von etwa 1 bis 10 Mikron im Durchmesser, gemahlen, so daß es sich gut verteilen läßt und gute optische Eigenschaften hat, obgleich ein kleiner Anteil von Teilchen (vorzugsweise weniger als etwa 5 %) einen Durchmesser von mehr als 10 Mikron haben kann. Da die Glasteilchen die Neigung haben, als größere Aggregate zusammenzuhängen, wird vorzugsweise eine Trennung

nach der Teilchengröße vorgenommen, beispielsweise mit einer Luftstrom-Klassiervorrichtung; es können aber auch die üblichen Siebverfahren angewendet werden.

Die Beladung des Harzes mit einer größeren Menge von Glas-
teilchen gemäß der Erfindung, beispielsweise mit etwa
30 bis etwa 60 Gew.-% oder mehr, führt zu weitgehenden
Änderungen der physikalischen Eigenschaften des ursprüng-
lichen Harzes. Glas ist an sich ein üblicher Füllstoff
für Kunstharze, beispielsweise für Epoxydharze, und die
Art und die Größe der Wirkungen, die eine bestimmte Menge
Glasfüllstoff auf eine bestimmte physikalische Eigen-
schaft hat, ist in der Kunststofftechnik bekannt und
braucht hier nicht im einzelnen beschrieben zu werden.
Es sei beispielsweise auf Encyclopedia of Polymer Science
and Technology, Vol. 5, Interscience Publishers, New York,
insbesondere Seiten 768 bis 781, hingewiesen. Wie schon
gesagt, ist die Erfindung auf die optische Anwendung von
Kunstharzen, die mit Filterglasteilchen gefüllt sind,
gerichtet, wodurch sie sich von dem genannten Stand der
Technik klar unterscheidet, wonach Glasteilchen zur
Modifizierung der physikalischen Eigenschaften eines
Kunstharzes verwendet werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann
die spektrale Empfindlichkeit einer Photozelle in einem
automatischen Belichtungsregelungssystem einer photo-
graphischen Kamera mit Hilfe eines Filterelements "korrigiert"
werden, das ein Kunstharz enthält, in dem Teilchen eines
Filterglases gleichmäßig verteilt sind, das aufgrund
seiner gewünschten spektralen Absorptionseigenschaften
ausgewählt wurde, um die spektrale Empfindlichkeit der
Photozelle der spektralen Empfindlichkeit des zu belich-
tenden photographischen Films anzugleichen.

Von der photographischen Industrie wurden automatische Belichtungsregelungssysteme mit dem Ziel entwickelt und in den Handel gebracht, um die Bedienung von photographischen Apparaten zu verbessern und zu vereinfachen. Die Systeme beruhen im wesentlichen darauf, daß die Helligkeit oder die Beleuchtung des Objekts gemessen und diese Messung mit den sensitometrischen Eigenschaften des zu belichtenden Films in Beziehung gesetzt und ein oder mehrere variable Belichtungsregelungsparameter, wie Belichtungszeit oder Blendenöffnung, in Übereinstimmung mit der Messung geregelt werden. Die Messung der Objekthelligkeit erfolgt mit Hilfe von Lichtmeßkreisen, in denen eine oder mehrere der vorstehend genannten Photozellen verwendet werden. Die Photozellen werden so angeordnet, daß sie auf die Lichtverhältnisse eines Objekts etwa in Übereinstimmung mit denen des Betrachtungsfeldes des Linsensystems der Kamera ansprechen.

Photographische Geräte mit automatischer Belichtungsregelung enthalten gewöhnlich Lichtmeßkreise, die eine automatische Regelung der Kontrollparameter für die Belichtungszeit ermöglichen, wobei die Blendenöffnungen fixiert sind oder vor jeder Belichtung von Hand eingestellt werden. Eine solche Regelung der Belichtungszeit oder der Verschlußgeschwindigkeit wird üblicherweise dadurch erreicht, daß der Ausgang eines lichtempfindlichen Stromkreises über einen Zeitraum integriert wird, der in Übereinstimmung mit einem Bezugsniveausignal bestimmt wird. Beispielsweise wird bei einer bekannten Zeitgeberanordnung ein Spannungsabhängiger Auslöserkreis zur Betätigung der Öffnungs- und Schließlamellen eines Verschlusses verwendet, um den Belichtungsvorgang in Gang zu setzen und zu beenden.

Der Stromkreis enthält ein RC-Netz, dessen Widerstandselement die Photozelle darstellt, deren Widerstand eine Funktion der Helligkeit eines Objekts ist, die auf die Photozelle einwirkt. Die Aktivierung des RC-Stromkreises erfolgt praktisch zum Zeitpunkt der Öffnung des Verschlusses, und die Anordnung erzeugt eine Auslösespannung innerhalb einer Zeit, die von der Kapazität des Stromkreises und dem Widerstand der Photozelle abhängt, der wiederum durch die Helligkeit des Objekts bestimmt wird. Der spannungsabhängige Auslösekreis spricht derart auf die durch den RC-Stromkreis erzeugte Spannung an, daß, wenn die Spannung eine bestimmte Auslösespannung erreicht, die Schließlamelle des Verschlusses betätigt wird, um die Belichtung zu beenden und damit einen Belichtungszeitraum zu begrenzen.

Diese automatischen Belichtungsregelungssysteme sind an sich bekannt, Bevorzugte Belichtungsregelungssysteme sind beispielsweise in den USA-Patentschriften 3 641 889, 3 620 143 und 3 641 891 beschrieben.

Erfindungsgemäß ist eine Vielzahl von Photozellen- und Glasfiltersystemen geeignet. Aus Gründen der Einfachheit kann die Erfindung jedoch speziell anhand einer bevorzugten Silicium-Photodiode und des dazugehörigen Filtersystems beschrieben werden, ohne daß die Erfindung jedoch auf diese spezielle Ausführungsform beschränkt werden soll.

Die bevorzugten Silicium-Photodioden sind durch eine Reihe von erwünschten Eigenschaften gekennzeichnet, z.B. durch die Linearität des Ausgangssignalstromes in Bezug auf Änderungen in den Eingangs-Lichtintensitätswerten, durch einen weiten Lichtintensitäts-Ansbereich und durch eine ausgezeichnete Langzeitstabilität; sie werden in

neuerer Zeit gerne als Grund-Empfangelement (basic sensor) in industriellen und marktgängigen Lichtmeßinstrumenten verwendet. (vergl. beispielsweise Optical Spectra, Vol. 7, Heft 10, Seiten 33-36 (Oktober 1973)).

Eine typische Silicium-Photodiode spricht auf Strahlungsenergie im Wellenlängenbereich zwischen etwa 350 und 1200nm, an, wogegen die Empfindlichkeit eines typischen Farbfilms auf den sichtbaren Bereich des Spektrums, d.h. auf den Bereich von etwa 400 bis etwa 700 nm, begrenzt ist. Wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, die zum Teil die übliche Unstimmigkeit zwischen der Empfindlichkeit einer unkorrigierten Silicium-Photodiode und der Empfindlichkeit eines in der Kamere verwendeten Farbfilms angibt, sollte ein Korrekturfilter mit einer Spitzen-Absorption im nahen Infrarot des Spektrums, d.h. von etwa 700 bis 1200 nm und mit einer hohen Transmission im sichtbaren Bereich von etwa 400 bis etwa 700 nm, zusammen mit der Silicium-Photodiode verwendet werden, um deren spektrale Empfindlichkeit in Bezug auf den Film zu "korrigieren". Die Transmissionskurve eines besonders bevorzugten Filterglases mit den spektralen Absorptionseigenschaften, die für diese Korrektur notwendig sind, ist ebenfalls in Fig. 1 angegeben. Um die bestmögliche Leistung zu erzielen, ist es erwünscht, daß das ausgewählte Korrekturfilter soviel Infrarotstrahlung absorbiert, daß weniger als etwa 5 % des gesamten, durch die Photodiode erzeugten Photostromes auf die Infrarotstrahlung zurückzuführen sind.

Die vorstehend angegebene mangelnde Übereinstimmung der Empfindlichkeiten kann erfindungsgemäß dadurch korrigiert werden, daß man ein optisches Filterelement aus einem Kunststoff, in welchem das bevorzugte Filterglas in Teilchenform verteilt ist, im Strahlengang vor der Silicium-Photodiode anordnet. Die auf diese Weise erhaltene korrigierte Empfindlichkeitskurve der Photodiode ist in Fig. 1 angegeben, und man erkennt, daß diese nun mit der des photographischen Films übereinstimmt. Diese Anpassung der Empfindlichkeiten ist besonders vorteilhaft in Kameras, bei denen photographische Diffusions-Übertragungsprozesse angewendet werden, d.h. bei der sogenannten "Sofortbild-Photographie", da Belichtungsfehler bei der an Ort und Stelle erfolgenden Entwicklung dieses Films nicht so leicht ausgeglichen werden können wie bei Filmen, die später im photographischen Laboratorium entwickelt werden.

Obgleich die bevorzugten Filterglaswerkstoffe, die mit einer Silicium-Photodiode verwendet werden, eine hohe Transmission im sichtbaren Bereich des Spektrums und eine hohe Absorption im infraroten Bereich zeigen, kann auch eine gewisse selektive Absorption im sichtbaren Bereich erwünscht sein, um die spektrale Empfindlichkeit der Photozelle und des photographischen Films noch besser aneinander anzupassen. Diese Modifizierung der spektralen Zusammensetzung im sichtbaren Bereich entspricht etwa der bekannten "Farbkorrektur" von künstlichen Lichtquellen, die bei der photographischen Sensitometrie verwendet werden, um die durchschnittlichen Tageslichtbedingungen zu reproduzieren; diese Modifizierung kann auf den Eigenschaften

des Filterglases selbst beruhen oder durch den Zusatz von organischen Farbstoffen zum Kunststoff zusätzlich zum Filterglas bedingt sein.

In der photographischen Technik sind in Verbindung mit der Farbtemperaturkorrektur von sensitometrischen Lichtquellen verschiedene organische Farbstoffe bekannt, die auch im Hinblick auf diesen Aspekt der Erfindung brauchbar sind. Diese Farbstoffe werden hauptsächlich aufgrund ihrer Absorptionseigenschaften im sichtbaren Bereich unterhalb 700 nm ausgewählt, da nur wenige, d.h. praktisch keine organische Farbstoffe die Eigenschaft haben, einen größeren Anteil der Strahlung im Bereich der Infrarotempfindlichkeit der Silicium-Diode, in welchem das Filterglasmaterial am wirksamsten ist, zu absorbieren. Es liegt deshalb auch im Rahmen der Erfindung, diese organischen "Farbkorrektur"-Farbstoffe in Verbindung mit dem teilchenförmigen Filterglas im Harz zu verteilen oder zu lösen, um die erwünschte Korrekturfiltration für die Photozelle im sichtbaren Bereich zu erzielen. Beispiele für derartige Farbkorrekturfarbstoffe sind die Farbstoffe vom Antrachinontyp, z.B. die verschiedenen substituierten Aminoantrachinone, sowie die Farbstoffe vom Phthalocyanintyp. Ein besonders bevorzugter Farbkorrektur-Farbstoff ist der Phthalocyaninfarbstoff Irgacet-Brilliant-Blau 2-GLN der Firma Ciba-Geigy. Dieser Farbstoff kann bequem in Epoxydharzsystemen mit Säureanhydrid-Härterlösungen verwendet werden, da er darin leicht löslich ist und aus diesem Grund in der gleichen Lösung wie der Härter dem Harz zugesetzt werden kann. Die verwendeten organischen Farbstoffe müssen natürlich nicht nur den speziellen spektralen Anforderungen genügen, sondern sie müssen auch lichtecht

und gegenüber den bei modernen Formverfahren auftretenden Temperaturen beständig sein; weiterhin müssen sie mit dem verwendeten Harzsystem verträglich sein. Einige erfindungsgemäß geeignete Farbstoffe genügen den vorstehend angegebenen spektralen Anforderungen erst, wenn sie mit dem Kunststoff reagiert haben.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, daß eine typische Silicium-Photodiode keine Empfindlichkeit gegenüber blauem Licht haben kann, die der eines photographischen Farbfilms vergleichbar ist. Da die Photonen mit kurzer Wellenlänge in der Nähe der Oberfläche der Zelle absorbiert werden, und die durch die Photonen erzeugten Elektron-Loch-Paare die Neigung zur Rekombination haben, bevor sie eine verhältnismäßig tiefe p-n-Verbindung erreichen, werden sie an der Verbindung nicht getrennt und tragen somit nicht zum Ausgangsstrom der Zelle bei. Es kann daher für photographische Zwecke zur Erhöhung der Bauempfindlichkeit der Silicium-Photodiode erwünscht sein, eine flachere p-n-Verbindung zu verwenden.

Das Filterelement gemäß der Erfindung kann auf verschiedene Weise im Strahlengang vor der Photozelle angeordnet werden. Das Filterelement kann die Form eines unabhängigen Filterelements haben, das nahe an oder auf der Vorderseite der Photozelle angebracht wird; es kann den Teil einer anderen Komponente im Strahlengang vor der Photozelle sein; es kann als Überzug auf der Vorderseite der Photozelle angebracht werden usw. Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß die Photozelle im Harz-Glas-Filterelement eingebettet ist, und diese Ausführungsform ist nachstehend näher erläutert.

Die Einbettung eines Teils oder einer Anordnung in einer Masse als Material, üblicherweise eines Kunstharzes, ist in der Elektronik seit langem bekannt, um mechanisch stabilere elektrische Schaltungen, kompakte Bauelemente, eine Miniaturisierung und eine bessere Beständigkeit gegen Einflüsse von außen zu erzielen. Die Grundprinzipien und Arbeitsweisen dieser Technik stehen deshalb für die Durchführung der Erfindung ohne weiteres zur Verfügung. Beispielsweise wird auf die ausführliche Erörterung im Kapitel "Embedding" von Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Bd. 5, Interscience Publishers (John Wiley & Co.), Seiten 747 - 800, hingewiesen. Obgleich man auf diesem Gebiet manchmal auch den Ausdruck "Einkapseln" verwendet, spricht man im allgemeinen von "Einbettung" um den vollständigen Einschluß der Photozelle in eine bestimmte gleichmäßige äußere Form anzudeuten, wobei ein großer Volumanteil der vollständigen Packung aus dem Einbettungsmaterial besteht. Ganz gleich, wie man diesen Vorgang bezeichnet, verwendet man hierbei Harze, die bei Atmosphärendruck und bei Raumtemperatur oder etwas höheren Temperaturen aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeführt, d.h. "ausgehärtet" werden können.

Obwohl die Einbettung durch Giessen oder Verpressen (potting) erfolgen kann, zieht man erfindungsgemäß das Preßspritzen- oder Spritzgußverfahren vor, da dieses Verfahren verhältnismäßig wirtschaftlich ist und eine hohe Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht. Beim Preßspritzenverfahren (transfer molding process) wird eine trockene, feste Formmasse in einer Formpresse erhitzt, bis sie plastisch wird, worauf sie unter Druck aus einem Behälter in einen Hohlraum fließt

oder übertragen wird, der die Form und die Abmessungen des gewünschten Bauteils hat. Um eine eingebettete Photozelle nach der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung herzustellen, wird die Silicium-Photodiode, die als "Chip" auf einem Drahtgitter montiert ist, in die Hohlform gebracht, so daß die Formmasse die Photodiode vollständig umgibt, wenn sie aus dem Behälter in die Hohlform übergeführt wird. Die Drähte werden teilweise unbedeckt gelassen, so daß sie elektrische Leitungen zu einem geeigneten Lichtmeßkreis verwendet werden können. Die so in der Formmasse eingebettete Photodiode bleibt einige Sekunden oder Minuten in der erhitzten Form, bis die Aushärtung beendet ist, worauf sie entfernt wird. Um das Bauteil gegen Feuchtigkeit zu schützen, kann es anschließend beschichtet werden, beispielsweise dadurch, daß es nach dem Siebdruckverfahren, durch Eintauchen usw. mit einem geeigneten Schutzüberzug versehen wird, beispielsweise mit einem Überzug aus einem flüssigen Epoxydharz. Der Feuchtigkeitsschutz kann aber auch durch Überformen mit dem zum Einbetten verwendeten Kunstharz ohne Füllstoff erzeugt werden. Da die Photozelle nicht nur in einer Richtung lichtempfindlich ist, wird dieser Überzug vorzugsweise lichtundurchlässig gemacht, wobei aber ein kleines Fenster direkt über der Photozelle offengelassen wird, so daß die Photozelle nur der gewünschten einfallenden Strahlung ausgesetzt ist.

Die Dicke des Glas-Harz-Mediums über der Photozelle, d.h. die Einbettungstiefe der Photozelle, hängt vom gewünschten Filtergrad und von der Art und Menge des Filterglases und des Harzes ab. Im allgemeinen hat sich eine Dicke von weniger als etwa 2,5 mm (100 mils), vorzugsweise von etwa 0,75 bis 1,5 mm (30 bis 60 mils) als ausreichend erwiesen.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein typisches Photozellensystem gemäß der Erfindung. Die Photozelle 1 ist in einem Kunstharz 2 eingebettet, das Filterglasteilchen 3 in gleichmäßiger Verteilung enthält. Die gesamte Packung kann mit einem dicht abschließenden Überzug 4 versehen sein, der lichtundurchlässig sein kann, ausgenommen an dem Fenster 5, das über der Photozelle liegt, um störendes Licht möglichst fern zu halten. Die elektrische Verbindung zu den geeigneten Stromkreisen kann mit Hilfe der Leitungsdrähte 6 erfolgen, die über die Harzmasse hinausragen. Die einfallende Strahlung geht in der dargestellten Weise durch das Fenster 5 hindurch und wird durch die Filterglasteilchen spektral filtrierte, bevor sie auf die Photozelle 1 auftrifft, um den gewünschten Photostrom zu erzeugen. Wie schon gesagt, kann die Dicke des mit Glas gefüllten Harzes (Abmessung A) gewöhnlich weniger als etwa 2,5 mm betragen.

Eine bevorzugte Formmasse zum Einbetten dieser Photozelle nach dem Preßspritzverfahren ist ein Epoxydharz, das Filterglasteilchen aus einem Glas enthält, dessen spektrale Absorptionseigenschaften so sind, daß die Strahlung im nahen Infrarot mit Wellenlängen zwischen etwa 700 und etwa 1200 nm praktisch eliminiert wird und eine selektive Absorption im sichtbaren Bereich von etwa 400 bis etwa 700 nm zum Zweck der "Farbkorrektur" stattfindet.

Obgleich für das Preßspritzverfahren eine Vielzahl von Epoxydharzen im Handel ist und für das Verfahren gemäß der Erfindung verwendet werden kann, wird gewöhnlich ein Harz vom Typ der Glycidyläther bevorzugt, insbesondere das Bisphenol-A-Epoxydharz, das unter der Bezeichnung MC-18 von der Firma Hysol, Inc. (Division of Dexter Corporation, Olean, New York) in den Handel gebracht wird. Das Härtings-

mittel, das zusammen mit dem Epoxydharz verwendet wird, bestimmt weitgehend dessen Verarbeitungseigenschaften sowie die Eigenschaften des Endproduktes, wie es an sich bekannt ist. Bei der Durchführung der Erfindung hat sich ein flüssiges Säureanhydrid als Härtungsmittel am geeignetsten erwiesen.

Die vorstehend genannten Epoxydharze zeichnen sich dadurch aus, daß sie leicht in die "Stufe B", d.h. in den halbgehärteten Zustand, übergeführt werden können. In diesem Zustand ist die Epoxydverbindung ein festes, trockenes Material, das bei mäßiger Erwärmung und Druck leicht flüssig wird. Bei einem typischen Verfahren zur Herstellung einer "Stufe B"-Epoxyd-Formmasse gemäß der Erfindung kann zunächst das Filterglas in einer praktisch feuchtigkeitsfreien Umgebung gemahlen werden (beispielsweise indem während des Zerkleinerns die vorstehend angegebene Silikonbehandlung durchgeführt wird); die Mahlung erfolgt bis auf eine Teilchengröße von etwa 1 bis 10 Mikron. Dann kann dieses Filterglaspulver mit anderen Zusätzen, z.B. dem Härter, gegebenenfalls mit einem organischen Farbkorrektur-Farbstoff usw. vermischt werden, um ein Gemisch von Zusätzen zu erhalten, wobei die Menge des Filterglases etwa 30 bis 60 % des Gesamtgewichts der endgültigen Epoxydharz-Glas-Formmasse ausmacht. Dann kann das flüssige oder geschmolzene Epoxydharz mit dem Gemisch der Zusatzstoffe vermischt werden, worauf das erhaltene Gemisch zum Ingangsetzen der Aushärtung erwärmt und in Schalen gegossen wird. Das viskose flüssige Material wird dann in den Schalen bei erhöhter Temperatur gealtert, bis die Reaktion bis zu einem bestimmten Punkt fortgeschritten ist, der

beispielsweise durch einen Fließfähigkeitstest bei einem Standarddruck ermittelt werden kann. Wenn der gewünschte Alterungspunkt erreicht ist, kann das Material auf Raumtemperatur abgekühlt und zur Verwendung in der Übertragungsform aus den Schalen entfernt werden. Der Ansatz kann aber auch vor dem Formen weiterverarbeitet werden, beispielsweise durch Granulieren, durch Vermischen mit anderen Harzen der Stufe B, durch Verdichtung in anderen Vorformen mit bestimmten Größen und Gewichten, usw. Da die Formmassen der Stufe B hygroskopisch sind und bei Feuchtigkeitsaufnahme schlechtere Fließeigenschaften und längere Aushärtungszeiten haben, ist normalerweise ein Schutz gegen Feuchtigkeit zu empfehlen.

Es wurden bereits verschiedene Filtergläser als KorrekturfILTER für Photozellen verwendet, die auch erfindungsgemäß geeignet sind, entweder allein oder in Kombination mit anderen Filtermaterialien, was von den spektralen Absorptionseigenschaften des ausgewählten Filterglases abhängt. Die Form der spektralen Transmissionskurve des Filterglases kann in an sich bekannter Weise beträchtlich variiert werden, was von den Eigenschaften des Glases selbst, der Art und der Menge der verwendeten Färbemittel, der relativen Anteile der Färbemittel, dem Oxydationszustand der Färbemittel (wenn die Färbung durch gefärbte einfache oder komplexe Ionen in einer echten Lösung bedingt ist), den Bedingungen der thermischen Behandlung (wenn die Färbung durch eine nachträgliche Temperaturbehandlung des Grundglases bedingt ist) usw. abhängt. Beispiele für Filtergläser, die in Verbindung mit der vorstehend genannten Silicium-Photodiode besonders geeignet sind, sind das Glas BG-18 der Firma Jenaer Glaswerk Schott & Gen., Mainz und das Glas CM-500 der Firma Hoya Glassworks Ltd., Tokio. Es können auch verschiedene Filtergläser

509824/0842

der Firma Corning Glass Works, Corning, New York, verwendet werden, beispielsweise Gläser mit den Bezeichnungen 3961, 4602, 4784 und 9782.

Die Erfindung ist durch die nachstehenden Beispiele in nicht einschränkender Weise erläutert.

Beispiel 1

Ein Photozellen-Filtersystem (Vergleich) wurde dadurch hergestellt, daß eine Glasfilterscheibe aus Schott-Jena-BG-18-Glas direkt über eine Silicium-Photodiode mit den Abmessungen 87 x 70 mm (Hersteller Texas Instruments, Dallas, Texas) gelegt wurde. Das Testsystem A enthielt eine identische Silicium-Photodiode, die in der vorstehend beschriebenen Weise in dem Hysol No. MC-18-Epoxydharz, das 30 Gew.-% BG-18-Filterglasteilchen enthielt, eingebettet war. Das Testsystem B enthielt eine identische Silicium-Photodiode, die in dem gleichen Epoxydharz, dem 60 Gew.-% BG-18-Filterglasteilchen zugesetzt waren, eingebettet war.

Der Photostrom, der durch Bestrahlung der vorstehend genannten Systeme mit einer ausgedehnten Lichtquelle (15 m-Kerze, 2850°K) erzeugt wurde, wurde gemessen, und die Ergebnisse (in μ A) sind in der Spalte "Gesamt-Photostrom" von Tabelle I angegeben. Dann wurde ein Wratten No. 87C-Filter (Eastman Kodak, Rochester, New York) zwischen die Lichtquelle und das System aus Photodiode und Filter eingeschaltet, um die sichtbare Strahlung vor dem Erreichen der Photozelle auszufiltern. Dann wurde der Photostrom, der durch die Infrarotstrahlung allein erzeugt wurde, für jedes System gemessen; die Werte sind in der Spalte "IR-Photostrom" von Tabelle I angegeben. Die Stärken beziehen sich auf die Stärke des Filtermaterials, durch das das Licht hindurchgehen muß, um die Photozelle jedes Systems zu erreichen.

509824/0842

ORIGINAL INSPECTED

T a b e l l e I

	Stärke (mm)	Gesamt- photo- strom (μ A)	IR-Photo- strom (μ A)	% IR-Photostrom am Gesamt- Photostrom
Vergleich (BG-18-Glas- filter	0,53	2,00	0,05	2,5 %
A (30 % BG-18- Epoxyd)	0,89	4,50	0,70	1,5 %
B (60 % BG-18- Epoxyd)	1,02	1,58	0,02	1,3 %

Die vorstehend angegebenen Ergebnisse zeigen, daß die eingebetteten Photozellensysteme A und B gemäß der Erfindung eine wirksame Korrekturfilterung für die Photozelle ergeben, wobei der Filtereffekt für das Infrarotlicht vergleichbar dem eines getrennten Filterelements ist, das nur das Filterglas enthält. Man erkennt ferner, daß bei zunehmendem Gehalt an Filterglas im Kunstharz, z.B. bei einer Zunahme von 30 auf 60 %, eine wesentliche Schwächung der gesamten, die Photozelle erreichenden Strahlungsenergie und somit eine entsprechende Verminderung des Photostromes erzielt wird. Der Anteil dieses Photostromes, der auf die Infrarotstrahlung zurückzuführen ist, d.h. das Maß für die Leistungsfähigkeit jedes Systems bezüglich der IR-Filterwirkung, ist jedoch im wesentlichen unverändert.

Beispiel 2

Der Gesamt-Photostrom und der IR-Photostrom wurden in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 für die Testsysteme C und D gemessen, die die gleichen Silicium-Photodioden wie in Beispiel 1 enthielten, welche im Epoxydharz Hysol Nr. MC-18 eingebettet waren, das 60 Gew.-% Filterglasteilchen aus Corning-Glas No. 4784 enthielt. Die Stärke des Epoxydharz-Glas-Mediums vor der Photodiode war im Testsystem D etwa doppelt so groß wie im Testsystem C. Die Ergebnisse sind in Tabelle II angegeben.

T a b e l l e I I

	Stärke (mm)	Gesamt- photostrom (μ A)	IR-Photo- strom (μ A)	% IR-Photo- strom am Gesamt- Photostrom
C (60 % Nr.4784/ Epoxid)	1,02	4,80	1,10	23 %
D (60 % Nr.4784/ Epoxid)	1,78-2,03	2,67	0,37	14 %

Die in Tabelle II angegebenen Ergebnisse zeigen, daß eine wesentliche Verminderung des Gesamt-Photostromes und des IR-Stromes und eine erhöhte Filterwirkung gegenüber Infrarotstrahlung (Abnahme des Anteils am Gesamt-Photostrom, der der IR-Strahlung zuzuschreiben ist), auf einfache Weise dadurch erhalten werden können, daß die Stärke des Harz-Glas-Mediums vor der Photozelle vergrößert wird, ohne daß der Gehalt an Filterglasteilchen verändert wird.

Beispiel 3

Es wurden der Gesamt-Photostrom und der IR-Photostrom wie nach Beispiel 1 für das Testsystem E gemessen, das die gleiche Silicium-Photodiode wie in den Beispielen 1 und 2 enthielt, welche im Epoxydharz Hysol Nr. MC-18 eingebettet war, das 60 % Corning Nr. 9782-Filterglasteilchen enthielt. Um zu zeigen, daß die Filterwirkung durch das jeweils verwendete teilchenförmige Filterglas im Harz stark beeinflusst wird, sind die Ergebnisse des Systems B von Beispiel 1 und des Systems C von Beispiel 2 zusammen mit den Ergebnissen des Systems E in Tabelle III angegeben. Alle diese Systeme hatten den gleichen Gehalt an Filterglasteilchen im Harz und die gleichen Stärken, und unterscheiden sich nur hinsichtlich des verwendeten Filterglases.

T a b e l l e III

	Stärke (mm)	Gesamt- Photostrom (μ A)	IR-Photo- strom (μ A)	% IR-Photo- strom am Gesamt- Photostrom
B (60 % BG-18/Epoxid	1,02	1,58	0,02	1,3 %
C (60 % Nr.4784/ Epoxid)	1,02	4,80	1,10	23 %
E (60 % Nr.9782/ Epoxid	1,02	1,16	0,03	2,6 %

Es wurden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben; es können aber zahlreiche Änderungen und Abwandlungen vorgenommen werden, die aber ebenfalls in den Rahmen der Erfindung fallen sollen.

- Patentansprüche -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Optisches Filterelement, gekennzeichnet durch ein Kunstharz, das Filterglas in einer teilchenförmigen Verteilung in einer zur Abschwächung der hindurchgehenden Strahlungsenergie ausreichenden Menge enthält.
2. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterglasteilchen einen Durchmesser von etwa 1 bis etwa 10 Mikron haben.
3. Filterelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge der Filterglasteilchen in Kunstharz etwa 30 bis etwa 60 Gew+% beträgt.
4. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brechungsindices des Kunstharzes und des Filterglases praktisch gleich sind.
5. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunstharz ein Epoxydharz ist, dessen Brechungsindex mit dem Brechungsindex des Filterglases innerhalb eines Bereiches von $\pm 0,015$ Einheiten bei einer Wellenlänge von etwa 5890 bis 5896 Å übereinstimmt.
6. Filterelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Epoxydharz ein Bisphenol-A-Epoxydharz ist, das mit einem Säureanhydrid ausgehärtet ist.
7. System aus einer Photozelle und einem spektralen Korrekturfilter, gekennzeichnet durch eine Photozelle, die in einem Kunstharz eingebettet ist, das Filterglas in einer teilchenförmigen Verteilung in einer zur Abschwächung der auf die Photozelle auftreffenden Strahlungsenergie ausreichenden Menge enthält.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Photozelle eine Silicium-Photodiode darstellt und daß das Filterglas Infrarotstrahlung absorbiert und sichtbare Strahlung hindurchläßt.
9. System nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke des das Filterglas enthaltenden Harzes im Strahlengang vor der Photozelle weniger als etwa 2,5 mm (100 mils) ist.
10. System nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunstharz ein Epoxydharz ist, dessen Brechungsindex mit dem Brechungsindex des Filterglases innerhalb eines Bereichs von $\pm 0,015$ Einheiten bei einer Wellenlänge von etwa 5890 - 5986 Å übereinstimmt.
11. System nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des Filterglases in Kunstharz etwa 30 bis etwa 60 Gew.-% beträgt und die Filterglasteilchen einen Durchmesser von etwa 1 bis etwa 10 Mikron haben.
12. System nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunstharz zusätzlich einen organischen Farbkorrektur-Farbstoff enthält.
13. System nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das das Filterglas enthaltende Kunstharz mit einem Schutzüberzug versehen ist.

14. System nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Schutzüberzug lichtundurchlässig ist, mit Ausnahme eines Fensters, das im Strahlengang vor der Photozelle angeordnet ist.
15. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Photozelle auf einem Drahtgitter angeordnet ist, von dem Teile über die das Filterglas enthaltende Harzmasse hinausragen und als elektrische Leitungen dienen.
16. Photometer, gekennzeichnet durch
eine Photozelle;
einen Lichtmeßkreis, der mit der Photozelle in elektrischer Verbindung steht;
und ein optisches Filterelement, das im Strahlengang vor der Photozelle angeordnet ist und das ein Kunstharz darstellt, welches Filterglas in teilchenförmiger Verteilung in einer zur Abschwächung der auf die Photozelle auftreffenden Strahlungsenergie ausreichenden Menge enthält.
17. Photometer nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Photozelle im Filterelement eingebettet ist.
18. Photometer nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtmeßkreis eine automatische Regelung eines Belichtungsregelungsparameters in einer photographischen Kamera ermöglicht.
19. Photometer nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterelement die Strahlungsenergie derart abschwächt, daß die spektrale Empfindlichkeit der Photozelle mit der Empfindlichkeit des photographischen Films übereinstimmt.

20. Photometer nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Photozelle eine Silicium-Photodiode darstellt und das Filterglas Infrarotstrahlung absorbiert und sichtbare Strahlung hindurchläßt.

21. Automatisches Belichtungsregelungssystem für eine photographische Kamera, gekennzeichnet durch:
eine Silicium-Photodiode, die in einem Epoxydharz eingebettet ist, das Filterglasteilchen mit einem Durchmesser von etwa 1 bis etwa 10 Mikron in einer Menge von etwa 30 bis etwa 60 Gew.-% in gleichmäßiger Verteilung enthält;

wobei das Epoxydharz einen Brechungsindex hat, der mit dem Brechungsindex des Filterglases innerhalb des Bereiches von $\pm 0,015$ Einheiten bei einer Wellenlänge von etwa 5890 - 5896 Å übereinstimmt;

wobei das Filterglas Infrarotstrahlung absorbiert und sichtbare Strahlung hindurchläßt, so daß die spektrale Empfindlichkeit der Photodiode mit der Empfindlichkeit des in der Kamera belichteten photographischen Films übereinstimmt;

und einen Lichtmeßkreis, der mit der eingebetteten Photodiode elektrisch in Verbindung steht, wobei der Lichtmeßkreis eine automatische Regelung eines Belichtungsregelungsparameters der Kamera in Übereinstimmung mit dem durch die Beleuchtung modulierten Photostrom der eingebetteten Photodiode bewirkt.

22. Verfahren zur Korrektur der spektralen Empfindlichkeit einer Photozelle, dadurch gekennzeichnet, daß man Filterglas zu kleinen Teilchen vermahlt; die Filterglasteilchen gleichmäßig in einem Kunstharz verteilt, um eine mit Glas gefüllte Harzmasse herzustellen; und die Photozelle in die mit Glas gefüllte Masse einbettet, so daß die auf die Photozelle auftreffende Strahlung durch die mit Glas gefüllte Masse gefiltert wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß man Filterglasteilchen mit einem Durchmesser von etwa 1 bis etwa 10 Mikron verwendet.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß man die Filterglasteilchen in einer Menge von etwa 30 bis etwa 60 Gew.-% im Kunstharz verteilt.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß man das Kunstharz und das Filterglas so auswählt, daß ihre Brechungsindices praktisch gleich sind.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß man als Kunstharz ein Epoxydharz verwendet, dessen Brechungsindex mit dem Brechungsindex des Filterglases innerhalb eines Bereichs von $\pm 0,015$ Einheiten bei einer Wellenlänge von etwa 5890 - 5896 Å übereinstimmt.
27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß man als Epoxydharz ein Bisphenol-A-Epoxydharz verwendet, das mit einem Säureanhydrid ausgehärtet wird.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß man die Photozelle bis auf eine Stärke von weniger als etwa 2,5 mm (100 mils) einbettet.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß man die Filterglasteilchen mit einem Silanisierungsmittel behandelt.

R/hi

30
Leerseite

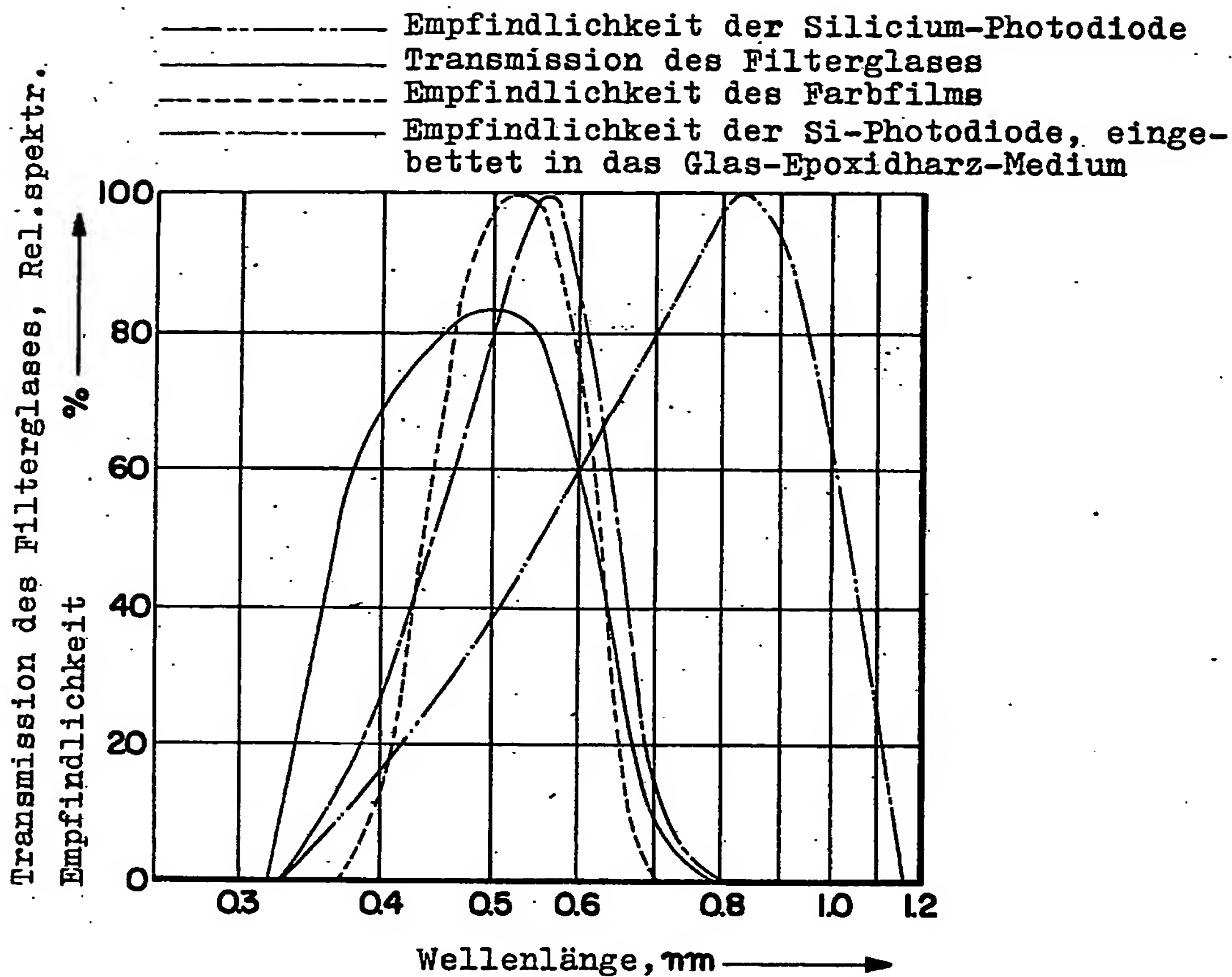


FIG. 1

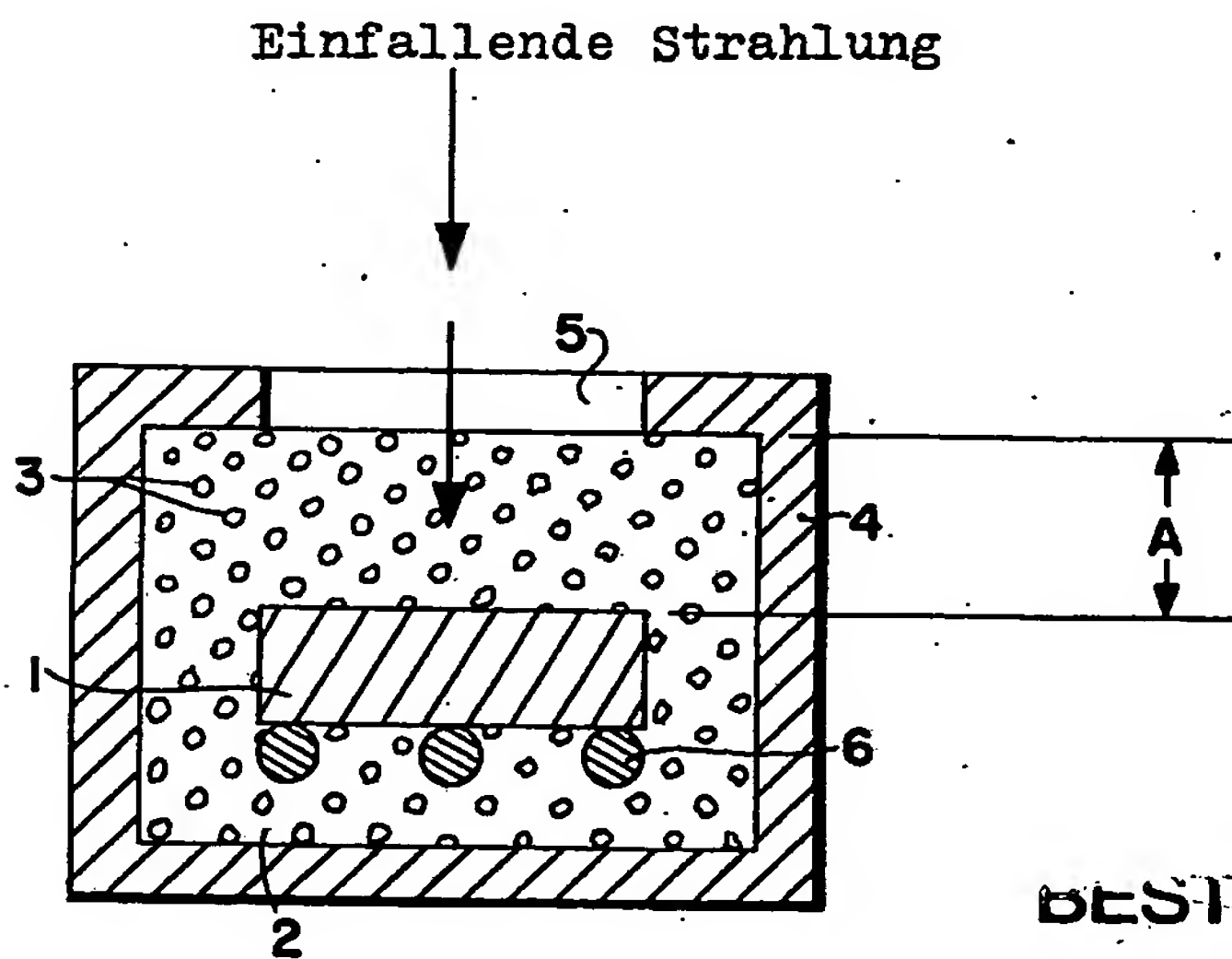


FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY

509824/0842

G02B 5-22 AT: 05.12.1974 OT: 12.06.1975

dz